



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOMAXILOFACIAL

TESINA DE ESPECIALIDAD

ANÁLISIS DE LA FUERZA DE DESPRENDIMIENTO DEL HOOK CRIMPABLE CON
MÉTODOS DE COLOCACIÓN EN ARCO DE ACERO Y MÉTODOS DE CIERRE DE
ESPACIOS : ESTUDIO IN VITRO

M.E XIMENA PÉREZ ZÁRATE

SAN LUIS POTOSÍ , S.L.P

OCTUBRE 2021



Análisis de la fuerza de desprendimiento del hook crimpable con métodos de colocación en arco de acero y métodos de cierre de espacios: estudio in vitro

by Ximena Pérez Zárate

is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOMAXILOFACIAL

TESINA DE ESPECIALIDAD

**ANÁLISIS DE LA FUERZA DE DESPRENDIMIENTO DEL HOOK CRIMPABLE CON
MÉTODOS DE COLOCACIÓN EN ARCO DE ACERO Y MÉTODOS DE CIERRE DE
ESPACIOS : ESTUDIO IN VITRO**

M.E XIMENA PÉREZ ZÁRATE

DIRECTOR
MIC ALÁN MARTÍNEZ ZUMARÁN

CO-DIRECTOR
PHD NORMA VERÓNICA ZAVALA ALONSO

ASESORES
E.O. LUCÍA CATALINA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
PHD MARCO FELIPE SALAS OROZCO
ING. MARTÍN ULISES GUTIERREZ MARTÍNEZ

OCTUBRE 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOMAXILOFACIAL

TITULO DE LA TESINA

ANÁLISIS DE LA FUERZA DE DESPRENDIMIENTO DEL HOOK CRIMPABLE CON
MÉTODOS DE COLOCACIÓN EN ARCO DE ACERO Y MÉTODOS DE CIERRE DE
ESPACIOS : ESTUDIO IN VITRO

PRESENTA

M.E XIMENA PÉREZ ZÁRATE

DIRECTOR DE TESINA

MIC ALÁN MARTÍNEZ ZUMARÁN

CO-DIRECTOR

PHD NORMA VERÓNICA ZAVALA ALONSO

ASESORES

E.O. LUCÍA CATALINA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

PHD MARCO FELIPE SALAS OROZCO

ING. MARTÍN ULISES GUTIERREZ MARTÍNEZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOMAXILOFACIAL

TITULO DE LA TESINA

ANÁLISIS DE LA FUERZA DE DESPRENDIMIENTO DEL HOOK CRIMPABLE CON
MÉTODOS DE COLOCACIÓN EN ARCO DE ACERO Y MÉTODOS DE CIERRE DE
ESPACIOS : ESTUDIO IN VITRO

PRESENTA
M.E XIMENA PÉREZ ZÁRATE

SINODALES

EO. DAVID HERNANDO CALVILLO MARTÍNEZ
PRESENTE

EO. ROSALBA GONZÁLEZ VELÍZ
PRESENTE

EO. RAMÓN ISRAEL PALACIOS SALAZAR
PRESENTE

SUPLENTE
E.O. LETICIA RAMÍREZ MARTÍNEZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOMAXILOFACIAL

TITULO DE LA TESINA

ANÁLISIS DE LA FUERZA DE DESPRENDIMIENTO DEL HOOK CRIMPABLE CON
MÉTODOS DE COLOCACIÓN EN ARCO DE ACERO Y MÉTODOS DE CIERRE DE
ESPACIOS : ESTUDIO IN VITRO

PRESENTA
M.E XIMENA PÉREZ ZÁRATE

AUTORIDADES

C.M.F RICARDO MARTÍNEZ RIDER
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

C.M.F MIGUEL ÁNGEL NOYOLA FRÍAS
SECRETARIO GENERAL DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

PHD YOLANDA HERNÁNDEZ MOLINAR
COORDINADORA DE POSGRADOS DE LA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

E.O DAVID HERNANDO CALVILLO MARTÍNEZ
COORDINADOR DE LA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
DENTOMAXILOFACIAL

AGRADECIMIENTO

Siempre a mis padres por impulsarme a querer ser mejor , educarme y apoyarme en cada nueva idea , proyecto o sueño que me propongo , a mis hermanas que han sido mis compañeras de vida y mis modelos a seguir , a mis maestros que me enseñaron todo lo que se y apoyaron en este camino .

ÍNDICE

- I. ANTECEDENTES
- II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- III. JUSTIFICACIÓN
- IV. MARCO TEÓRICO
 - 2.1 Pregunta de investigación
 - 4.1 Ganchos o hooks de ortodoncia
 - 4.2 Materiales elásticos en ortodoncia
 - 4.3 Metales y alambres en ortodoncia
 - 4.4 Mecánica sistematizada del tratamiento de ortodoncia
- V. HIPÓTESIS
- VI. OBJETIVOS
 - 6.1 Objetivo general
 - 6.2 Objetivos específicos
- VII. MATERIALES Y MÉTODOS
 - 7.1 Lugar de recolección de datos
 - 7.2 Diseño del estudio
 - 7.3 Muestreo
 - 7.4 Grupos de estudio
 - 7.5 Tamaño de muestra
 - 7.6 Materiales a utilizar
 - 7.7 Definición de variables
 - 7.8 Procedimientos
 - 7.9 Análisis estadístico
 - 7.10 Consideraciones éticas
- VIII. RESULTADOS
- IX. DISCUSIÓN
- X. CONCLUSIONES
- XI. FUTURAS EXPECTATIVAS
- XII. BIBLIOGRAFÍA

“Fuerza de desprendimiento del hook crimpable con métodos diferentes de colocación en arco de acero y métodos de cierre de espacios : estudio in vitro”

I. ANTECEDENTES

El estudio de los materiales dentales para ortodoncia ha tenido demasiada importancia para diferentes causas, una de ellas es encontrar los mejores materiales para poder conseguir resultados ideales al momento de mover un diente en las tres dimensiones del espacio. Sin embargo, la investigación sobre el comportamiento de los *hooks* (por su nombre en ingles) o ganchos como accesorios de anclaje sobre el arco , no han sido de mayor interés a lo largo de los años , por lo que solo algunos investigadores los han incluido en sus estudios.

Las discrepancias dentoesqueletales son de suma importancia ya que un alto porcentaje de la población sufre de alguna maloclusión. Por lo que la toma de decisiones para el tratamiento de dichas maloclusiones puede ir desde tratamiento ortodóntico convencional, ortodóntico con extracciones o hasta ortodóntico- quirúrgico . Para un tratamiento quirúrgico se utilizan los *hooks* quirúrgicos (largos) sobre el arco de estabilización que llene por completo la ranura del *bracket* que puede ser un arco .019x.025” o .021x .025” en un *slot* (por su nombre en ingles) o ranura de calibre .022”. Estos *hooks* sirven al cirujano como accesorios para poder realizar la fijación de los maxilares en su nueva posición después de una cirugía ortognática. Por otro lado , estos accesorios (*hooks*) también son importantes en un tratamiento ortodóntico con extracciones , siendo importantes para biomecánicas de deslizamiento al momento del cierre del espacio de la extracción , colocándolos de forma distal de los laterales en un arco estable como .019x.024” como lo sugiere la filosofía de MBT , activando el cierre de espacios como prefiera el profesional , desde cadena elástica, *close- coils* o *tie- backs*. Por lo que como podemos ver , a pesar de ser un accesorio , es una herramienta fundamental para diferentes biomecánicas en un tratamiento ortodóntico .

Johan y colaboradores estudiaron estos *hooks* comparando diferentes marcas y manufacturas , en donde pudieron analizar los diferentes comportamientos, encontrando diferencias significativas entre ellos. Algunos de los *hooks* que utilizaron necesitaban el doble de la fuerza aplicada sobre el *hook* para poder deslizarlo y perder la estabilidad , tomando como referencia importante que según su investigación no es importante el calibre del arco y que no determina el comportamiento del *hook*, siendo la media de la fuerza para el desplazamiento del *hook* 18kg. En otro de sus estudios , Johan estudio la fuerza para colocar los *hooks* sobre el arco de manera extraoral e intraoral , viendo una diferencia significativa entre ellos , pero esta fuerza de colocación no afectaba los niveles de fuerza necesarios para que el *hook* se desplace al ejercer una fuerza sobre el. Por lo que ningún estudio previo ha buscado la fuerza necesaria para desplazar un *hook* después de su colocación sobre el arco y su uso para algún tipo de biomecánica de deslizamiento. Shawn O’Bannon y colaboradores han estudiado la estabilidad entre dos tipos de *hooks* largos quirúrgicos colocados crimpándolos o punteándolos. Siendo los *hooks* soldados los más estables , soportando una fuerza de 5.2kg y los crimpados de 3.19kg , la fuerza aplicada fue directa sobre los *hooks*. Griffin y Ferracane estudiaron el efecto del arenado y de adhesivos dentales para la estabilidad de *hooks* crimpables quirúrgicos , determinaron que la combinación de ellos aumenta la estabilidad hasta 10 veces más usando el preparado de la base del *hook* , aunque el uso de adhesivos y de arenado aumenta el tiempo de consulta del paciente y de laboratorio. Su estudio se vio en duda al pasar los años ya que las fuerzas utilizadas y el uso de estos materiales no fueron estandarizados.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia de la ortodoncia se han mejorado los diferentes tipos de *hooks* , haciéndolos cada vez más fáciles de usar y dándoles diferentes propósitos para su colocación dependiendo del profesional . En la última década la forma más fácil de colocación de este accesorio en el arco , es de manera crimpada , haciendo presión del accesorio sobre su base hacia el arco , usando meramente la fuerza para “adherirlo” al arco. Se ha demostrado que este tipo de colocación muchas veces no es suficiente para soportar la fuerza que se usa en biomecánicas de cierre de espacios , haciendo que el *hook* se llegue a doblar o desplazar por completo y por lo tanto se interrumpe

el movimiento dental deseado , por lo que se necesita algo más que el crimpado para asegurar la estabilidad de nuestro hook , desde un doblez en su parte mesial como un “V stop” o el punteado del hook sobre el arco. Así , el presente estudio pretende establecer un método que nos asegure la estabilidad deseada.

III. JUSTIFICACIÓN

El tratamiento de ortodoncia tiene como meta tener resultados favorables tanto en estética dentomaxilofacial como una oclusión funcional superior . Los diferentes aparatos que se utilizan para este tipo de tratamientos pueden ser fijos o removibles, realizando su función mediante fuerzas que generan el movimiento o desplazamiento deseado en ciertos órganos dentarios. En este caso hablaremos de los aparatos fijos o tratamiento convencional de ortodoncia con brackets convencionales metálicos .

En muchos de los tratamientos se tiene la necesidad de individualizar y personalizar el tratamiento dependiendo de los objetivos para los pacientes por separado . Por lo que en algunas situaciones se debe de hacer un tratamiento con extracciones que requiere cierto grado de retracción de los segmentos anterosuperior y anteroinferior . Este tipo de movimiento de retracción sin pérdida de anclaje (mesialización del segmento posterior) se lleva a cabo con diferentes biomecánicas según sea el caso . Dos de las 3 biomecánicas más utilizadas involucran el uso de aditamentos en el arco , como son los hooks o postes , los cuales se colocan 2 en la zona anterior del arco para podernos “anclar” de ellos y poder hacer movimientos de retracción, mientras que la tercera no hace uso de ellos , ya que el arco de cierre con ansas se hace directamente con dobleces de bota o de ansa sobre el mismo arco a utilizar . El problema en la actualidad es que estos postes no son parte del arco y se colocan en el de manera mecánica, crimpándolos , soldándolos , punteándolos o incluyendo algún doblez que asegure que el *hook* no se moverá de su colocación original.

2.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es el método de colocación más confiable para asegurar la estabilidad del hook ante las fuerzas de cierre de espacios con hooks crimpables sobre arco de acero?

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 GANCHOS O HOOKS EN LA ORTODONCIA



Imagen 1. Hooks cortos sencillos crimpables de acero

La introducción de la ortodoncia con aparatos preajustados data de 1972 con *Andrews* . Desde entonces los ortodoncistas se han sumado al cambio de esta ciencia , adecuándose a las diferentes prescripciones que se han presentado al mundo de la odontología, siendo los tratamientos de ortodoncia cada vez para personalizados tanto para el paciente como para el profesional. Durante el paso del tiempo, así como los *brackets* , los arcos y los aditamentos extras necesarios también han evolucionado. Esta evolución permite el uso de nuevos tipos de arcos , reemplazando el uso de *loops* o dobleces que antes eran indispensables, con la mera prescripción del *bracket*, y que también permiten el correcto deslizamiento del arco en la ranura del *bracket* generando movimientos de dientes individuales o de grupos de dientes . El uso de fuerzas utilizadas en aparatología fija se pueden generar por diferentes materiales elastoméricos y también metálicos como los resortes cerrados de níquel - titanio que se activan entre el segmento de anclaje posterior y el segmento

anterior, siendo el *hook* el aditamento por elección para la activación del sector anterior, colocándolos uno a cada lado de la arcada . Aunque separando los dos tipos de cierre ; este se puede llevar a cabo por medio de deslizamiento gracias a los aditamentos como *hooks* o por medio de activación del arco con *loops* o ansas¹

Dos de los métodos para poder aplicar fuerzas de tracción o retracción al arco pueden ser con *tie backs* o cadenas elastoméricas sobre *hooks* prefabricados punteados al arco o *hooks* prefabricados solamente crimpados e

inclusive se pueden generar unos hooks soldados al arco los cuales requieren tiempo de laboratorio .Los *hooks* se han convertido en el tiempo un aditamento relativamente fácil de colocar. Los *hooks* soldados requieren más tiempo de trabajo y más equipo de laboratorio , consume tiempo y puede llegar a dañar el arco en el que se solda, aunque hay diferentes filosofías ortodónticas que siguen utilizándolos como *Tweed*. Los *hooks* crimpables son rápidos y fáciles de colocar en la posición deseada, e inclusive se pueden colocar con el arco dentro de boca o fuera de ella. La mayor desventaja de los hooks crimpables es la fuerza con la que se asegura el aditamento al arco puede causar distorsión o flexión del arco , lo que hace que el arco exprese fuerzas no deseadas.^{1,4}

Hay diferentes *hooks* crimpables en la actualidad dependiendo del propósito para el que se desee utilizar :

- Cortos Sencillos
- Largos
- Quirúrgicos
- *Spiral*. (Con escalera o escalonado)
- Curvos con cabeza hacia la derecha o izquierda
- Multifuncionales

Si las fuerzas utilizadas sobre el *hook* son excesivas , pueden generar la flexión del arco de manera indeseada , fuerzas indeseadas directas a los dientes y desprendimientos del *hook* directamente . Las diferentes biomecánicas para retracción pueden ser variadas pero la más utilizada en filosofía MBT es el uso de *lacebacks* activos o *tiebacks* , conformados por un modulo o *donut* y ligadura metálica entorchada al *hook* y más actualmente en combinación con MBT original, el uso de cadenas elastoméricas.² Algunos estudios han evaluado los diferentes efectos del *hook* sobre el arco y su desprendimiento al ser sometidos a fuerzas comunes que se usan durante el tratamiento de ortodoncia. Griffin y Ferracane estudiaron el uso de adhesivos combinado con técnica de arenamiento del arco y del *hook* para evitar el desprendimiento o deslizamiento del *hook* al aplicarle fuerza , probando su estabilidad en *hooks* crimpables quirúrgicos . Descubrieron que esta combinación aumenta la resistencia al deslizamiento del *hook* , aunque esto aumenta el tiempo de consulta del paciente y hay una mayor necesidad de materiales de laboratorio. La fuerza necesaria para el desprendimiento del *hook* al arco en este estudio fue de 1.13 kg . Esta investigación tuvo como margen de error que las fuerzas utilizadas no fueron estandarizadas.^{1,2}



Imagen 2. De derecha a izquierda : stop , corto , largo , cabeza izquierda o derecha y escalonado

Johan et al evaluaron *hooks* de diferentes manufacturas y encontraron diferentes comportamientos y con diferencias de fuerzas al desprendimiento de casi el doble entre los diferentes tipos de hooks. La fuerza mayor registrada para el desprendimiento del *hook* fue de 18kg y aun así el arco no sufrió ningún tipo de flexión o deformación.⁵

Anteriormente , solo han sido pocas las investigaciones que han evaluado el comportamiento de los *hooks* , y prácticamente no hay ningún tipo de estudio previo que compare cual es la mejor técnica de colocación actual de los *hooks* al arco para evitar que se desprenda o se deslice por el arco .⁸

Los *hooks* crimpables actuales dependiendo de la marca son sus características únicas. La mayoría de las casas comerciales usan como material principal el acero inoxidable. La forma y largo del *hook* depende del uso que se proponga para utilizarlo. Este tipo de aditamento se puede utilizar técnicamente en cualquier tipo de arco, pero el de principal uso , son todos aquellos arcos rectangulares , ya que uno de los mayores usos de estos *hooks* es

para llevar acabo movimientos de retracción anterior , se busca la menor flexión del arco posible , llenando la ranura del *bracket* lo más que se pueda , evitando que se produzcan movimientos no deseados en el paciente , como la perdida de torque de los dientes anteriores o la perdida de la alineación y nivelación , evitando a toda costa el efecto de “Montaña Rusa” , el que se puede definir como la perdida de torque anterior , perdida de anclaje posterior o mesialización posterior con “*tipeo*” de los dientes posteriores, flexión del arco y tope anterior al contactar superior e inferior impidiendo o pausando el movimiento de cierre. Por lo que se aconseja que este tipo de movimientos y biomecánicas se hagan en arcos rectangulares como 0.017x0.025 de acero inoxidable y 0.019x0.025 de acero inoxidable, que por su calibre , llegan a llenar la ranura del arco , evitando la perdida del torque del sector anterior o perdida de la inclinación de la corona , por lo que son los arcos de mayor estabilidad durante el tratamiento de ortodoncia .^{15,16}

4.2 MATERIALES ELÁSTICOS EN ORTODONCIA

Elastómeros

Elastómeros es el término general para describir los materiales plásticos que después de sufrir una deformación sustancial retornan, en forma rápida, a su dimensión inicial.

Los elastómeros han sido usados durante más de 6 décadas en ortodoncia y durante el paso del tiempo se empezó usando diferentes tipos de cauchos , pero en la actualidad se prefieren los poliuretanos , debido a sus ventajas en las propiedades mecánicas y su bajo costo. Los polímeros de poliuretano que dan lugar a los diferentes tipos de materiales elásticos utilizados en ortodoncia son derivados del petróleo y su composición es secreto de cada fabricante o casa comercial. El poliuretano tiene diferentes ventajas como material de elección como: su biocompatibilidad, mayor y mejor resistencia a tensión, buen nivel de elasticidad, mayor resistencia a la abrasión y su bajo costo en el mercado.¹²

En la actualidad los elastómeros son fabricados con poliuretanos con características químicas específicas. Hablamos de un polímero , que esta formado por cadenas de monómeros, compuestos por uniones primarias y secundarias con débil atracción molecular . Inicialmente se presenta en un patrón en espiral , pero al aplicarse fuerzas , las cadenas de monómeros se ordenan linealmente con algunas uniones cruzadas en diferentes puntos. Esta deformación se debe a la débil fuerza de atracción y su nivel de recuperación se debe gracias a las diferentes uniones cruzadas en puntos específicos.¹³

La deformación del material se alcanza cuando supera al límite elástico, provocando el rompimiento del las uniones, causando un daño irreversible. El ambiente es un factor a considerar para la deformación o daño irreversible de los elastómeros, ya que en ortodoncia todos los materiales están sometidos a diferentes cargas de fuerza , saliva, agua y fuerzas extra orales causadas por el paciente (hábitos ; onicofagia , tabaquismo, succión de dedo, temperatura.

La calidad de estos materiales es determinada por el nivel de tecnología empleada y por las cualidades de las materias primas utilizadas en la manufactura del material . Los elastómeros poliuretanos más utilizados en ortodoncia son las cadenas elásticas y los módulos individuales o *donuts*. El uso de estos elastómeros tiene diferentes propósitos como : el cierre de espacios , fijar el *bracket* al arco y otros sistemas liberadoras de fuerzas para diferentes tipos de movimientos y biomecánicas.

En la actualidad se ha estudiado el comportamiento de los elastómeros llegando a la conclusión que estos tienen diferentes periodos de vida y que muchas veces no cumplen con nuestras expectativas para ejercer la fuerza deseada de manera continua durante todo el mes, que es el tiempo aproximado entre cada cita. Inclusive muchas investigaciones han demostrado como la fuerza empieza a disminuir en las primeras horas después de colocarla en boca.

Módulos

Se describen como anillos o *donuts* pequeños e individuales que sirven para fijar el arco al *slot* del *bracket*. Estos se pueden encontrar de diferentes colores y también de diferente calidad, recientemente se pueden encontrar lubricados, provocando que el módulo tenga menor resistencia friccional, lo que hace que los movimientos dentales sean más efectivos. En la actualidad diferentes estudios han demostrado que la resistencia friccional de los módulos puede ser de entre 50-100gr.

Como todo elastómero sometido a un ambiente húmedo como la boca, tanto la saliva, su pH, fuerzas exageradas, etc., pueden dañarse o deteriorarse, por lo que la fuerza ejercida por los módulos no es constante y se ha demostrado que a la tercera semana de vida en boca la fuerza residual es de un 5% de la inicial dependiendo del fabricante.

La pérdida de fuerza en los elastómeros individuales es provocada desde la calidad del material, la fabricación e inclusive por el tamaño y espesor de estos.

Cadenas elastoméricas

Se describen como cadenas elásticas formadas por eslabones que pueden presentarse de manera continua o discontinua, también llamado cerrada o abierta y al igual que los módulos individuales pueden ser de diferentes colores y calidades.

Este tipo de elastómero se usado con diferentes propósitos en ortodoncia; promueve el movimiento dental, corrección de rotaciones dentales, corrección de discrepancias de la línea media, cierre de espacios, distalización de caninos, y constricción del arco dental.

Entre sus mayores ventajas encontramos que son fáciles de usar, la cooperación del paciente no es necesaria, son cómodas, higiénicas y económicas. Sin embargo estos materiales también tienen la desventaja que la fuerza que ejercen no es constante, son inestables por diferentes situaciones como: si esta sufrió una deformación antes de colocarla, la saliva del paciente, la temperatura en boca, agua, ozono, oxidantes, comida, productos de higiene, masticación y el cepillado del paciente.¹⁴

La efectividad de la cadena o de su calidad en sí, depende 100% de la manufactura de la misma, por lo que se han realizado diferentes investigaciones comparando diferentes fabricantes, para poder determinar cual es la de mejor elección, o cuales son aquellas que podrían proveer mejor las necesidades del ortodoncista. Weisshermer en su investigación de comparación entre las marcas TP, Ormco, American Orthodontics y Morelli sometió a estiramiento las 4 marcas de cadenas, llevando un registro del nivel de deformación de cada una de ellas durante 35 días, y determino que tanto Ormco como TP fueron los fabricantes con mayor porcentaje de mantenimiento de la fuerza. Sin embargo, el uso de estas cadenas simplemente fue por su fácil acceso. En cambio en diferentes investigaciones se ha utilizado el estándar de oro en cadenas elásticas que la ofrece 3M con su cadena elástica de memoria UNITEK™, en la que se ha demostrado que la mayor deformación se da durante la primera semana después de su colocación, ya que su deformación es del 8% cuando se estira el 20% de su tamaño original y una deformación del 56.6% si su estiramiento fue del 100%. Mientras que si la comparamos con otras marcas como Dentaaurum, la cadena 3M mostró mejores niveles de estabilidad y fuera de tensión.^{10,13}

Como podemos ver las cadenas elastoméricas pueden ser muy variables en cuanto a la estabilidad y porcentaje de fatiga y deformación, así que hablamos que a pesar de ser efectivas, también brindan un tipo de fuerza que en ciertos casos puede ser contraproducente ya que la fuerza ejercida puede llegar a no ser del todo controlada, comparándola con un componente más confiable y con mayor estabilidad como la ligadura metálica, que en combinación con un módulo elastomérico o *donut*, se puede llegar a tener un accesorio para biomecánicas de deslizamiento con lo mejor de los dos mundos, tanto de los elastómeros como de los metales siendo este el *tie back*.

4.3 METALES Y ALAMBRES EN ORTODONCIA

Los metales y alambres o arcos en ortodoncia son los elementos activos para el movimiento y desplazamiento de los dientes. Los arcos almacenan energía que se liberan con el estímulo al ligamento periodontal de cada diente, produciendo diferentes procesos químicos y biológicos, dando como resultado el movimiento dental. Los alambres usados en ortodoncia pueden venir en forma de arcos, varas o ligaduras, todos con capacidades mecánicas y el poder de almacenar esta energía. La selección adecuada de la aleación permite al ortodoncista el control de las fuerzas por lo que se debe tener en cuenta:

- Intensidad de las fuerzas y momentos
- Dirección de las fuerzas y momentos
- Duración de las fuerzas y momentos

Características :

Estructura interna de los sólidos: Conformados por un conglomerado de moléculas, la fuerza de atracción entre ellas y sus magnitudes determinan la densidad de estas y la distancia entre ellas . El metal en sólido tiene partículas densas distribuidas de manera estrecha y con fuerzas cohesivas altas que, a su vez, están distribuidas por átomos.^{2,3}

Las fuerzas producidas por los alambres dependen de diferentes factores:

- Características extrínsecas y configuración física del alambre:
 - La curva de carga o deflexión del alambre; para el estudio del comportamiento y características internas del alambre. Esta curva se obtiene de lecturas progresivas producidas por una máquina electrónica llamada *Instrom*. El diagrama resultante son los cambios del material al ser sometido a una fuerza, que a su vez causan cambios en el material tanto internos como externos.
 - Límite proporcional o límite elástico: tensión máxima que un material puede soportar sin sufrir deformación permanente.
 - Resistencia a la carga: capacidad de alambre para soportar una carga que lo deforma sin exceder el límite de deformación plástica.
 - Rigidez: medida de resistencia de la deformación , o es lo mismo a, medida de la fuerza requerida para deformar un material.
 - Límite proporcional: porción diagonal de la curva en la que, si se excede este punto con la fuerza, el alambre comenzará a sufrir cambios permanentes, ya que la fuerza y la deformación no serán directamente proporcionales y se producirá mayor deformación que fuerza.
 - Límite elástico transparente: punto de la curva en donde el alambre sufre una deformación 0.1%
 - Punto de carga clínica arbitraria; a partir de este punto el alambre entra en inestabilidad y puede dañarse de manera irreparable.
 - Punto de ruptura: en este punto el alambre no resiste mas la carga, ni la deformación y se fractura.
- Características intrínsecas
 - Curva de tensión / deformación: para evaluar el comportamiento del alambre ante la carga de una fuerza, evaluando sus características internas dependiendo de la aleación y el diámetro del alambre.
 - Punto de resistencia final a la tensión: :indica la máxima carga que un alambre puede soportar y al mismo tiempo, la fuerza máxima que podrá producir.
 - Tensión o esfuerzo: distribución interna de la carga, definida en términos de fuerza por unidad de área o superficie.
 - Deformación: distorsión interna producida por la carga definida en términos por unidad de longitud.
- Otras propiedades
 - Biocompatibilidad: resistencia a la corrosión y tolerancia tisular a los elementos del alambre.

- Estabilidad ambiental: mantenimiento de las propiedades deseables del alambre, por periodos de tiempo después de su manufactura.
- Posibilidad de ser soldado: ventaja de los metales para incorporar modificaciones.
- Fricción: resistencia al desplazamiento de dos cuerpos que están en contacto, en este caso *bracket* / alambre.

Determinantes de las características del alambre;

- Diámetro: influye en la resistencia, rigidez y rango de trabajo del alambre.
- Longitud: influye en la elasticidad, resistencia y rango del alambre.
- Forma de la sección transversal: ya que existen alambre redondos y rectangulares.
- Aleación o estructura molecular: alambres desde Acero inoxidable, níquel-titanio, TMA.
- Manipulación

Un arco puede producir diferentes tipos de fuerzas dependiendo de sus características, siendo las fuerzas de tipo continuas, excesivas, subóptimas y subumbrales.

Factores que se deben de tener en cuenta para la selección de un alambre (arco, vara o ligadura) en ortodoncia;

- Debe permitir el movimiento en las 3 dimensiones del espacio
- Debe ser moldeable
- La aleación debe adaptarse a los principios de la técnica utilizada
- Debe ser resistente a las fuerzas utilizadas
- Debe ser biocompatible, estético, suave y resistente a la corrosión
- Debe tener amplio rango de trabajo
- Debe tener alto almacenamiento de energía
- Debe tener baja fricción
- Debe tener un costo razonable

Tipos de alambres en ortodoncia

En la ortodoncia los alambres no se utilizan de metales meramente puros ya que tienden al rompimiento y a la corrosión por lo que se hacen mezclas de diferentes metales para poder mejorar sus propiedades y ventajas, llamando a estos, aleaciones.

1. Elementos activos: aquellos que almacenan energía y liberan fuerzas controladas
2. Elementos pasivos: aquellos que no liberan energía y son de mayor trabajo de estabilidad como aquellos que se usan en los retenedores.

El templado se utiliza para cambiar las propiedades intrínsecas de un metal y transformarlo en otro con condiciones mas favorables , esto requiere de 2 fases;

1. Fase austenita : estructura cristalina que tienden a ser suave y dúctil.
2. Fase martensita : estructuras cristalinas que tienden a ser duras y quebradizas

Tipos de alambres en ortodoncia según su aleación

- Alambre Níquel – Titanio
- Alambre Cobre – Níquel – Titanio
- Alambre australiano
- Alambres Cromo – Cobalto / tipo Elgiloy
- Alambres Titanio – Molibdeno y Beta-Titanio / TMA
- **Alambres de acero inoxidable**

Las aleaciones de acero inoxidable

Las aleaciones en ortodoncia, que resisten la acción de los agentes químicos externos son de acero inoxidable. El acero comercial es una aleación de hierro o ferrita, que en su forma natural es blando e inestable y el combinarlo con otros metales como cromo, níquel y carbono le confieren la fuerza.

El acero inoxidable fue introducido a la ortodoncia en 1929 y para 1940 ya había desplazado al oro como metal de preferencia en los alambres de ortodoncia, ya que presentaba diferentes ventajas al oro, como su facilidad de manejo, su bajo costo, la facilidad para ser soldado o soldar accesorios y su baja fricción.

El acero inoxidable posee propiedades antimagnéticas, es biocompatible y resistente a otros agentes químicos y tienen una formula 18-8 , con una proporción cromo-níquel que contiene;

- 73.8% de Hierro
- 18% de Cromo
- 8% de Níquel
- 0.20% de Carbono

El acero inoxidable se encuentra prácticamente en fase austenítica, con estructura cúbica central.^{2,3}

Y diferentes tipos de propiedades como:

Propiedades eléctricas	Propiedades físicas	Propiedades mecánicas	Propiedades térmicas
Resistividad eléctrica (μOhmcm) 70-72	Densidad (g cm^{-3}) 7.93	Alargamiento <60%	Coefficiente de expansión térmica 20-100C ($\times 10^{-6} \text{K}^{-1}$) 18.0
	Punto de fusión (C) 1400 - 1455	Dureza de brinell 160 - 190	Conductividad térmica a 23 C ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$) 16.3
		Impacto Izod (J m^{-1}) 20 - 136	
		Modulo de elasticidad (Gpa) 190 - 210	
		Resistencia a la tracción (MPa) 460 - 1100	

Las dos aleaciones de acero inoxidable mas usadas en la ortodoncia son las siguientes:

- Formula de Charlier ; Hierro 74.8%, cromo 15%, níquel 10% y carbono 0.20%
- Formula de Wipla ; Hierro 73.8%, cromo 18%, níquel 8% y carbono 0.20%

Características clínicas de alambres de acero inoxidable:

- Rigidez
- Resistente a la deformación
- Almacena poca energía
- Produce fuerzas altas que se disipan en periodos cortos
- Alta maleabilidad
- Ideal para técnicas de deslizamiento
- Estables físicamente
- Inoloro e insaboro

- Bajo costo
- Puede soldarse para agregar accesorios
- Durable

La aleación que actualmente se utiliza para este tipo de arcos de acero y de *hooks* , es el acero inoxidable 304V con terminado frío , que es una aleación austenítica Cr-Ni , tiene mayor resistencia a la corrosión, alta conductibilidad , esencialmente no magnético y se vuelve ligeramente magnético cuando es trabajado en frío.

<u>Propiedades físicas</u>	<u>Métrico</u>
Densidad	8.00 g/cc
Propiedades Mecánicas	Métrico
Fuerza de tensión , Ultima	>= 620 MPa
Fuerza de tensión, Yield	>= 310 MPa @Strain 0.200 %
Elongación al quiebre	>= 25 % @Diameter <=3.96 mm
	>= 30 % @Diameter <=3.96 mm
Reducción del área	>= 40 %
Módulos de elasticidad	193 GPa
Radio	0.29
Modulo de corte	77 GPa
<u>Propiedades eléctricas</u>	<u>Métrico</u>
Resistencia eléctrica	0.0000720 ohm-cm @Temperature 20.0 °C
	0.000116 ohm-cm @Temperature 650 °C
<u>Propiedades Termales</u>	<u>Métrico</u>
CTE, Lineal	17.3 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 100 °C
	18.4 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 538 °C
	18.7 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 650 °C
Capacidad específica de calor	0.500 J/g-°C @Temperature 0.000 - 100 °C
Conductividad térmica	16.2 W/m-K 112 @Temperature 0.000 - 100 °C
	21.5 W/m-K 149 @Temperature 500 °C
Punto de fusion	1400-1455°C
Sólido	1400 °C
Líquido	1455 °C
<u>Componentes</u>	<u>Métrico</u>
Carbono	<= 0.080 %
Cromo	18 - 20 %
Hierro	66.345 - 74 %
Manganesio	<= 2.0 %

Níquel	8.0 - 10.5 %
Fósforo	<= 0.045 %
Silicio	<= 1.0 %
Azufre	<= 0.030 %

Los alambres de SS pueden utilizarse en toda la fase de trabajo del tratamiento , dando estabilidad y movimientos precisos con baja fricción, siendo ideal para dar torques finos o dobles de compensación para detallado de nuestros tratamientos, así como los *hooks* de acero inoxidable que también utilizamos para biomecánicas de deslizamiento . Ambos materiales, tanto arcos como *hooks* , son utilizados en esta fase más aun cuando se requieren **cierre de espacios**.

4.4 MECÁNICA SISTEMATIZADA DEL TRATAMIENTO ORTODONTICO

A lo largo de la historia la ortodoncia se ha ido transformando y adecuando a los diferentes pioneros de esta ciencia. Dividiendo a la ortodoncia en diferentes filosofías con las que se busca llegar a un fin ; tratamientos estables a largo plazo con diferentes objetivos principales.^{15,16}

Una de estas filosofías , se encuentra MBT , en la que se empezó con el trabajo de sus pioneros: Mclaughlin y Bennet que entre 1975 y 1993 se dedicaron a desarrollar una mecánica de deslizamiento con fuerzas continuas y ligeras, utilizando brackets de la técnica de arco recto original. Su biomecánica fue publicada a principios de los 90's pero realmente aceptada hasta la publicación de su libro en 1993. Después de haber establecido su enfoque general , trabajaron con Trevisi rediseñar completamente el sistema de *brackets* y superar las limitaciones de los *brackets* originales de la técnica de arco recto.¹⁶

Por lo que la técnica de MBT cuenta con 4 características básicas :

1. Nueva gama de brackets con diseño MBT
2. Selección de arco ovoide
3. *Brackets* posicionados con calibradores
4. Biomecánicas con fuerzas ligeras, continuas y con técnica de deslizamiento

Fases del tratamiento MBT:

1. Alineación y nivelación
2. **Cierre de espacios**, corrección de la sobremordida y resalte
3. Expresión de torque, detallado y terminación

La filosofía de tratamiento MBT se conforma de los siguientes elementos;

- Selección de los *brackets*
- Versatilidad de los *brackets*
- Precisión en la colocación de los *brackets*
- Fuerzas continuas y ligeras
- La ranura del *bracket* de tamaño 0.022"
- Control del anclaje desde etapas iniciales
- Movimientos dentales en grupo
- Uso de las 3 formas de arco, conforme a las características individuales del paciente
- **Ganchos o *hooks* en arcos**
- Métodos de ligar los arcos
- Conocimiento de las discrepancias dentarias
- Persistencia en el acabado

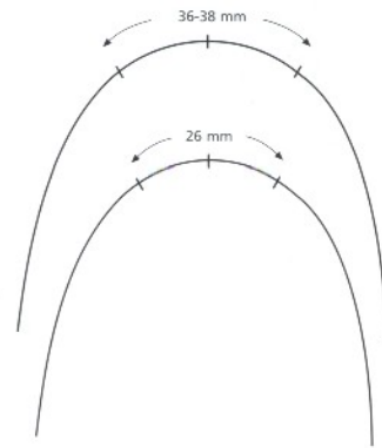


Imagen 3 . Alambre en arco superior e inferior con la distancia recomendada entre aditamentos de gancho

Uno de estos elementos es de gran interés para nuestra investigación y son los ganchos o *hooks*.

La técnica de MBT nos dice que los ganchos o *hooks* son utilizados en arcos de acero rectangulares y mayormente en arcos 0.019x0.025" , en los que pueden ir soldados o crimpados y son útiles para muchas mecánicas durante el tratamiento. La distancia sugerida en esta filosofía, para los *hooks*, es de 36-38mm en la arcada superior y 26mm en la arcada inferior. Esto puede tener una gran variabilidad ya que las dimensiones mesiodistales de incisivos laterales pueden ser cambiantes.

Como se explicó anteriormente, el tratamiento se da por 3 fases y una de las mas importantes es el cierre de espacios, en la que también se hace uso de aditamentos como los *hooks*.

El cierre de espacios se lleva acabo de la misma manera el tratamiento conlleva extracciones de premolares o no. La extracción de los premolares nos da múltiples ventajas para resolver diferentes problemas desde el principio del tratamiento , ya que los 7mm de espacio que se "ganan" con la extracción de un premolar en cada cuadrante pueden tener beneficios como;

- Aliviar un apiñamiento leve, moderado o severo
- Corregir un resalte de incisivos en pacientes clase II
- Retracción de incisivos inferiores para pacientes clase III , protrusivos o para mejorar el perfil facial
- Mesializar molares para llegar a una clase molar I o hacer espacio para erupción de terceros molares

En casos donde se tiene máximo anclaje (zona posterior no debe de moverse nada), las zona de la extracción de premolares se utiliza para aliviar apiñamiento severo o para retraer los incisivos.

Hay diferentes métodos para el cierre de espacios :

- Arcos de cierre o con ansas
- Mecánicas de deslizamiento con fuerzas intensas
- Cadena elástica
- Mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras continuas

-Arcos de cierre o con ansas

Este método presenta diferentes desventajas, ya que requiere de tiempo para el doblado del alambre y las fuerzas son intensas, por lo que con esto el deslizamiento, muchas veces no es efectivo y el rango de activación es limitado. En espacios pequeños de cierre puede ser un buen método a seguir.

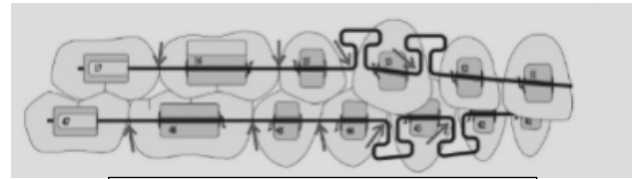


Imagen 4. Cierre de espacios con arcos de cierre o ansas

-Mecánicas de deslizamiento con fuerzas intensas

Se ha demostrado que las fuerzas intensas en cualquier tratamiento provocan cambios indeseables en la inclinación, rotación y torque preexistente o ya alcanzado en fases previas, e inclusive es sabido que el ejercer fuerzas intensas puede generar zonas de hialinización en el ligamento del diente que a su vez generan que el diente no se mueva.

-Cadena elástica para cierre de espacios

Esta cadena es útil para cerrar espacios moderados o pequeños en etapas terminales del tratamiento, según la filosofía MBT en sus orígenes. Y con el tiempo y el desarrollo de estas cadenas elásticas con mayores propiedades y ventajas son utilizadas para el cierre de espacios mayores o movimientos como retracción de los incisivos.¹⁶

-Mecánicas de deslizamiento con fuerzas ligeras¹⁶

- Arcos; la técnica recomienda que se haga en arcos de acero 0.019x0.025", llamados "arcos de trabajo", sobre la ranura 0.022", proporcionando un buen control en la sobremordida y el torque. Utilizar estos arcos también ayuda a la estabilidad en las zonas posteriores
- Ganchos o *hooks*; dependiendo de los ortodoncista y su técnica elegida, estos *hooks* pueden ir soldados o crimpados según sea el caso, con las separaciones entre ellos indicadas previamente o colocados en la zona distal de los laterales. Estos funcionarían como aditamentos para la activación del cierre.
- Aditamento de cierre;
 - Ligaduras metálicas pasivas
 - Ligaduras metálicas activas con modulo elastomérico o *tie back*
 - Cadenas elastoméricas de 2da generación (de preferencia, ya que son termoestables)

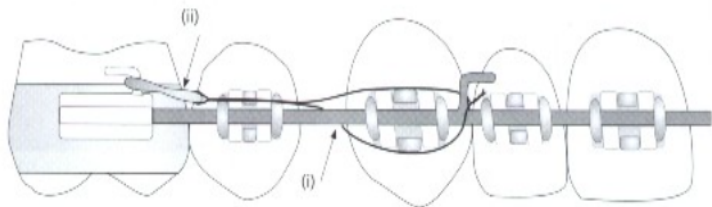


Imagen 5. (ii) Ligadura metálica activa con modulo elastomérico / *tie-back*, (i) arco acero 0.019x0.025"

V. HIPÓTESIS

- De los 3 métodos a analizar para la colocación del *hook*: Crimpado, Soldado y con "V stop"; tanto el grupo de *hooks* que fueron soldados y con "V stop" tendrán mayor estabilidad y se necesitará mayor fuerza al desprendimiento de dichos *hooks* sobre el arco de acero, siendo la fuerza aplicada más controlada con *tie back* que con cadena elastomérica.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Determinar la fuerza necesaria para el desprendimiento del *hook* al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable y la técnica de mayor estabilidad para mantener el *hook* en posición a pesar de las fuerzas. Comparando 3

métodos ; Hooks posicionados por medio de punteado , crimpado y con doblez de stop (V stop) utilizando tieback (retroligadura activa) o cadena cerrada elastomérica.

6.2 Objetivos Específicos

- Determinar la deformación sufrida por la cadena elastomérica después de una prueba de esfuerzo
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos realizada con *tieback* , para el deslizamiento o desprendimiento del hook colocado por medio de crimpado al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos realizada con *tieback*, para el deslizamiento o desprendimiento del hook colocado por medio de punteado al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos realizada con *tieback*, para el deslizamiento o desprendimiento del hook colocado con doblez de stop (V STOP) al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos realizada con cadena cerrada elastomérica , para el deslizamiento o desprendimiento del hook colocado por medio de crimpado al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos realizada con cadena cerrada elastomérica , para el deslizamiento o desprendimiento del hook colocado por medio de punteado al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos realizada con cadena cerrada elastomérica , para el deslizamiento o desprendimiento del hook colocado con doblez de stop (V STOP) al arco 0.019x0.025 de acero inoxidable
- Determinar fuerza necesaria en kilogramos para que el arco 0.019x0.025 de acero inoxidable sufra flexión o deformación por fuerzas al hook.
- Comparar las fuerzas en kilogramos realizadas con *tieback* para el desprendimiento de los hooks crimpados, punteados o con dobles al arco de acero inoxidable.
- Comparar las fuerzas en kilogramos realizadas con cadena elastomérica para el desprendimiento de los hooks crimpados, punteados o con dobles al arco de acero inoxidable.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Lugar de recolección de datos

Laboratorio de materiales de la Maestría en Ciencias Odontológicas de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

7.2 Diseño de estudio

Experimental *in vitro*

7.3 Muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia

7.4 Grupos de estudio

- Grupo 1 : 50 hooks crimpables (2 hooks por arco) en 25 arcos 0.019x0.025 de acero aplicando fuerza con;
 - A) cadena elastomérica cerrada
 - B) *Tieback*
- Grupo 2 : 50 hooks punteados en 25 arcos 0.019x0.025 de acero aplicando fuerza con;
 - A) cadena elastomérica cerrada
 - B) *Tieback*
- Grupo 3 : 50 hooks crimpables con V stop arcos 0.019x0.025 de acero aplicando fuerza con;
 - A) cadena elastomérica cerrada
 - B) *Tieback*

*Toda la fuerza aplicada tanto con cadena elastomérica como con tieback se realizó hasta la fatiga del *hook* a cualquiera de los materiales utilizados (arco, ligadura, modulo,cadena)

7.5 Tamaño de muestra

50 *Hooks* por subgrupo de estudio (100 *hooks* por grupo)

- Son 2 subgrupos por cada grupo (uno para el uso de cadenas elastoméricas y otro para *tie back*)

7.6 Materiales a utilizar

- 150 Arcos de acero nuevos 0.019x0.025 preformados *Ah Kim Pech* ® sin ningún tipo de deformación previa.
- 300 Hooks crimpables nuevos cortos *Td Orthodontics* ® sin ningún tipo de deformación previa
- Cadena elástica cerrada 2da generación / termoestable *3M UNITEK* ®
- Módulos elastoméricos *3M UNITEK* ® color gris
- Máquina Universal SHIMADZU / AGS-X / 500N
- Ligadura metálica 0.010"

7.7 Definición de variables

Variables independientes

- Cadena elastomérica
- Ligadura metálica .010"
- Hook crimpable
- Hook punteado
- Hook con doblez de stop (Vstop)

Variables Dependientes

- Deformación de elastómero (cadena elastomérica 3M UNITEK™)
- Fuerza al desprendimiento del *hook* (crimpado, punteado o con *V stop*)
- Desplazamiento del *hook*

7.8 Procedimientos.

- 1) Antes de comenzar cualquier tipo de prueba , se pidió el apoyo y autorización del coordinador de la Maestría en Ciencias Odontológicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí para poder hacer uso de la maquina universal Shimadzu del laboratorio de materiales .
- 2) Para asegura que realmente los estudios previos al nuestro que demostraban que el *gold standard* en cadenas elastomericas las tiene 3M , se hizo 2 tablas de madera con 20 tornillos a cada lado con una distancia entre ellos de 5cm. Para poder colocar segmentos de cadena *3M UNITEK* de 2.5 cm aproximadamente 8 eslabones y poderlos estirar a su doble capacidad que tanto estudios como el fabricante sugieren que es lo ideal para ejercer la fuerza necesitada y controlada . Una de las tablas simuló el uso de la cadena por días, en la que se observó la deformación ejercida a través de los días y poder llegar a los 30 días que es lo que normalmente se deja una cadena en boca . La segunda tabla se simularon semanas , asi que se retiraron las cadenas a la primer semana se midió para ver la cantidad de deformación y asi sucesivamente hasta llegar a la semana 4 que también simuló el tiempo

aproximado en boca . Con esto se midió y se obtuvo la estabilidad y la fatiga de la cadena elastomérica . Esto para comprobar la estabilidad ya antes estudiada para otros artículos y asegurar que los datos fueran confiables ante el *gold standard* de las cadenas elastoméricas .

- 3) Se colocaron los *hooks* crimpables *Td Orthodontics* ® en posición sugerida por la filosofía utilizada para cierre de espacios , en este caso MBT, con una distancia de 36-38mm entre *hooks* para arcos de acero 0.019x0.025" superiores y de 26mm entre *hooks* para arcos de acero 0.19x0.025 inferiores .
- 4) Todos los *hooks* de todos los grupos fueron crimpados como el fabricante lo indica, todos por la misma persona ; la alumna Ximena Pérez Zárate . El crimpado se realizó con pinzas *TP Orthodontics* para crimpado.
- 5) La técnica de colocación del primer grupo de arcos de acero inoxidable (50piezas) fue con *hooks* únicamente crimpados al arco.
- 6) La técnica de colocación del segundo grupo de arcos de acero inoxidable (50 piezas) fue con *hooks* crimpables y soldados con punteado. El punteado fue realizado por la alumna Ximena Pérez Zárate con un grado 4 con dos puntos de soldado a cada lado de la base del *hook* ya colocado previamente sobre el arco , esto realizado con la punteadora con templador marca *Viarden*.
- 7) La técnica de colocación del tercer grupo de arcos de acero inoxidable (50piezas) fue con *hooks* crimpados y con un dobléz de "V stop" hecho con pinza especial *Hu-friedy*, el cual se genera presión directamente al arco en la posición o marca deseada , produciendo un dobléz en forma de V o V vent.
- 8) A su vez los 3 grupos de arcos fueron divididos por hemiarquadas para obtener 2 pruebas gracias al *hook* que tendrá a cada lado el arco.
- 9) El primer grupo (*hooks* crimpables) , 25 arcos fueron sometidos a pruebas de desplazamiento del *hook* con la maquina universal , aplicando fuerza sobre la cadena cerrada elastomérica *3M UNITEK* ® simulando la fuerza que se utiliza en un paciente para generar un movimiento de retracción cuando se hace el cierre de espacios. Los otros 25 arcos fueron sometidos a pruebas de desplazamiento del *hook* con maquina universal SHIMADZU, aplicando fuerza sobre un *tieback* con modulo *3M UNITEK* ® simulando la fuerza que se aplica en paciente para un movimiento de retracción.
- 10) El segundo grupo (*hooks* crimpables y soldados con punteado) , 25 arcos fueron sometidos a pruebas de desplazamiento del *hook* con la maquina universal SHIMADZU, aplicando fuerza sobre la cadena cerrada elastomérica *3M UNITEK* ® simulando la fuerza que se utiliza en un paciente para generar un movimiento de retracción cuando se hace el cierre de espacios. Los otros 25 arcos fueron sometidos a pruebas de desplazamiento del *hook* con maquina universal , aplicando fuerza sobre una retroligadura activa con modulo *3M UNITEK* ® simulando la fuerza que se aplica en paciente para un movimiento de retracción.
- 11) El tercer grupo (*hooks* crimpables junto con "V stop") , 25 arcos fueron sometidos a pruebas de desplazamiento del *hook* con la maquina universal SHIMADZU, aplicando fuerza sobre la cadena cerrada elastomérica *3M UNITEK* ® simulando la fuerza que se utiliza en un paciente para generar un movimiento de retracción cuando se hace el cierre de espacios. Los otros 25 arcos fueron sometidos a pruebas de desplazamiento del *hook* con maquina universal , aplicando fuerza sobre una *tieback* con modulo *3M UNITEK* ® simulando la fuerza que se aplica en paciente para un movimiento de retracción.
- 12) Como las 25 piezas o arcos de cada subgrupo se les colocaron 2 *hooks* por arco , se dividieron por hemiarquadas , izquierda y derecha. Con lo que se obtuvo el doble de resultados en cada grupo y subgrupo.
- 13) Las cadenas cerradas elastoméricas *3M UNITEK* ® fueron usadas con una longitud de 2.5cm aproximadamente 8 eslabones , ya que se tienen que activar el doble de su tamaño (estirar hasta 5cm) 150gr . Que es la fuerza aproximada utilizada para la retracción total de la zona anterior y al estirarla los 5cm es aproximadamente la distancia que hay en un paciente promedio desde el *hook* hasta el molar que sirve de anclaje para este tipo de biomecánica.
- 14) Los *tiebacks* con modulo *3M UNITEK* ® también fueron activadas hasta llegar al doble del tamaño del modulo el cual es lo indicado para ejercer la fuerza 100-150gr que es aproximadamente lo que ejerce un *tieback* con modulo en boca.

15) Todos los datos recaudados fueron capturados para su estadística.

7.9 Análisis estadístico

I. Descriptivo

Consistió en el cálculo de medias, medianas, desviación estándar y rangos por grupo de estudio.

II. Inferencial.

Se compararon las medias de la fuerza al desprendimiento y del desplazamiento del hook encontradas entre cada grupo de estudio con cadena elastomérica o con tieback. Primeramente, se realizó prueba de normalidad de la distribución de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk, así como prueba de homogeneidad de las varianzas a través de la prueba estadística de Levene. Se llevó a cabo análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía, además se llevó a cabo el análisis de comparación múltiple de Tukey. El nivel de significancia fue de 0.05. El análisis estadístico fue llevado a cabo con el programa IBM SPSS statistics v. 22.

7.10 Consideraciones éticas

Al ser un proyecto de investigación experimental *in vitro*, en el cual se utilizarán aditamentos ortodónticos de reciente adquisición y los cuales en ningún momento estarán en contacto con fluidos o tejidos humanos ni animales, el mismo se considera sin riesgo y no viola ningún aspecto de la ética médica. Se solicitó autorización por parte del coordinador de la Maestría en Ciencias Odontológicas de la UASLP para poder llevar a cabo el proyecto en las instalaciones del laboratorio de nanobiomateriales de la misma. Se anexa carta. El proyecto fue autorizado para su ejecución por H. comité de ética en investigación de la Facultad de Estomatología de la UASLP, con el número de registro CEI-FE-005-021 aprobado el día 18 de marzo del 2021.

VIII. RESULTADOS

La tabla 1 nos muestra la estadística descriptiva de la fuerza al desprendimiento de los tres grupos de estudio con cadena elastomérica. Se puede observar que la media más alta se encontró en el grupo 3 y la más baja en el grupo 1. Al realizar el análisis estadístico de one way, se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($P=0.053$) (tabla 2). Al realizar el análisis de comparaciones múltiples se encontró diferencia entre los grupos de crimpado (grupo 1) y v stop (grupo 3) (tabla 5)

Tabla 1. Estadística descriptiva de la fuerza al desprendimiento de los tres grupos de estudio con cadena elastomérica

Prueba de fuerza al desprendimiento del hook con cadena elastomérica			
	Grupo1-Hook crimpado	Grupo2-Hook punteado	Grupo 3- Hook V stop
Media	.4110	2.1532	3.6132
Mediana	.3400	2.0050	2.2400
Desviación Estandar	.23279	2.85790	10.80493
Rango	.95	20.99	75.54

*La unidad de medida se encuentra en kilogramos (kg)

Tabla 2. Comparación de resultados de fuerza al desprendimiento entre los tres grupos con cadena

ANOVA	Suma de cuadrados	F	Sig.
Entre grupos	244.317	3.005	.053
Dentro de grupos	5773.094		
Total	6017.411		

One-way ANOVA test, $P<0.05$

La tabla 3 nos muestra la estadística descriptiva de la fuerza al desprendimiento del grupo igualmente entre los 3 grupos , se puede observar que la media mas alta fue en el grupo 3 y la mas baja en el grupo 1 . En su prueba de ANOVA (tabla 4) se puede mostrar que hay diferencia significativa (P=0.053) entre los 3 grupos. Mientras que en la tabla 6 se muestran las comparaciones múltiples de la fuerza al desprendimiento del hook con tieback entre los tres grupos , en los que se muestra una diferencia significativa únicamente entre el hook con V stop (grupo 3) contra el hook crimpado (grupo 1) y hook crimpado (el grupo 1) contra el hook soldado (grupo 2) , pero no hay diferencia significativa entre el hook soldado (grupo 2) contra el hook con v stop (grupo 3) .

Tabla 3. Estadística descriptiva de la fuerza al desprendimiento de los tres grupos de estudio con tieback

Prueba de fuerza al desprendimiento del hook con Tieback			
	Grupo 1 -Hook crimpado	Grupo 2- Hook punteado	Grupo 3 -Hook V stop
Media	1.1854	2.3867	2.5950
Mediana	1.1950	2.6550	2.7650
Desviación Estandar	.61712	.92366	.75054
Rango	2.64	4.47	3.61

*La unidad de medida se encuentra en kilogramos (kg)

Tabla 4. Comparación de resultados de fuerza al desprendimiento entre los tres grupos con tieback

ANOVA	Suma de cuadrados	F	Sig.
Entre grupos	54.584	45.359	.000
Dentro de grupos	84.838		
Total	139.421		

One-way ANOVA test, P<0.05

Tabla 5. Comparaciones múltiples de fuerza al desprendimiento con cadena

HSD TUKEY / Fuerza al desprendimiento con cadena			
HOOK/CADENA	HOOK/CADENA	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Hook climpado	Hook punteado	-1.74216*	.369
	Hook stop v	-3.20215*	.041
Hook soldado	Hook crimpado	1.74216*	.369
	Hook stop v	-1.45999*	.499
Hook stop v	Hook crimpado	3.20215*	.041
	Hook punteado	1.45999*	.499

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .95. / Al 5% de intervalo de nivel de confianza

Tabla 6. Comparaciones múltiples de fuerza al desprendimiento con tieback

HSD TUKEY / Fuerza al desprendimiento con tieback			
HOOK/TIEBACK	HOOK/TIEBACK	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Hook climpado	Hook soldado	-1.20123*	.000
	Hook stop v	-1.40957*	.000
Hook soldado	Hook crimpado	1.20123*	.000
	Hook stop v	-.20833*	.381
Hook stop v	Hook crimpado	1.40957*	.000
	Hook soldado	.20833*	.381

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .95./ Al 5% de intervalo de nivel de confianza

En la tabla 7 se observa la estadística descriptiva del desplazamiento de los 3 grupos con cadena elastomérica . La media más alta se encuentra con el hook con v stop (grupo3) , mientras que la mas baja con el hook crimpado (grupo 1). Con la prueba de ANOVA (tabla 8) se muestra que hay diferencia significativa (P=0.053) . En la tabla 11 podemos encontrar las comparaciones múltiples del desplazamiento con cadena , en donde todas las comparaciones tienen diferencia significativa (P=0.053) .

Tabla 7. Estadística descriptiva del desplazamiento de los tres grupos de estudio con cadena elastomérica.

Desplazamiento del hook con cadena elastomérica			
	Grupo 1- Hook crimpado	Grupo 2- Hook punteado	Grupo 3 -Hook V stop
Media	24.5192	60.7594	71.2462
Mediana	21.3200	67.3200	77.0200
Desviación Estandar	12.11961	20.27115	14.09594
Rango	46.92	86.33	60.31

*La unidad de medida se encuentra en kilogramos (kg)

Tabla 8. Comparación de resultados de desplazamiento con cadena elastomérica

ANOVA	Suma de cuadrados	F	Sig.
Entre grupos	58250.320	114.655	.000
Dentro de grupos	36325.524		
Total	94575.844		

One-way ANOVA test, P<0.05

En la tabla 9 se muestra la estadística descriptiva del desplazamiento de los grupos con tieback, en la que la media mas alta se encuentra con el hook soldado (grupo 2) y la mas baja con el hook climpado (grupo 1). Para su prueba de ANOVA (tabla 10) se encuentra que hay diferencia significativa (P=0.053) . En cambio para sus comparaciones múltiples (tabla 12) hubo diferencia significativa entre el hook crimpado (grupo 1) contra el hook soldado (grupo 2) y contra el hook v stop (grupo 3) pero al comparar el hook soldado (grupo 2) contra el hook con v stop (grupo 3) no hubo diferencia significativa.

Tabla 9. Estadística descriptiva del desplazamiento de los tres grupos de estudio con Tieback

Desplazamiento del hook con Tieback			
	Hook crimpado	Hook punteado	Hook V stop
Media	15.9941	20.3250	18.8408
Mediana	15.6550	20.8200	20.1850
Desviacion estandar	6.61382	7.12376	4.84661
Rango	36.00	34.66	22.33

*La unidad de medida se encuentra en kilogramos (kg)

Tabla 10. Comparación de resultados de desplazamiento con tieback

ANOVA	Suma de cuadrados	F	Sig.
Entre grupos	453.744	5.811	.004
Dentro de grupos	5504.562		

Total	5958.306
-------	----------

One-way ANOVA test, P<0.05

Tabla 11. Comparaciones múltiples de desplazamiento con cadena

Desplazamiento del hook con CADENA				
	HOOK/CADENA	HOOK/CADENA	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
HSD TUKEY	Hook crimpado	Hook punteado	-36.24022*	.000
		Hook stop v	-46.72699*	.000
	Hook soldado	Hook crimpado	36.24022*	.000
		Hook stop v	-10.48677*	.004
	Hook stop v	Hook crimpado	46.72699*	.000
		Hook punteado	10.48677*	.004

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .95./ Al 5% de intervalo de nivel de confianza

Tabla 12. Comparaciones multiples de desplazamiento con tieback

Desplazamiento del hook con TIEBACK				
	HOOK/CADENA	HOOK/CADENA	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
HSD TUKEY	Hook crimpado	Hook punteado	-4.33087*	.003
		Hook stop v	-2.84667*	.070
	Hook soldado	Hook crimpado	4.33087*	.003
		Hook stop v	1.48420*	.470
	Hook stop v	Hook crimpado	2.84667*	.070
		Hook punteado	-1.48420*	.470

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .95./ Al 5% de intervalo de nivel de confianza

En la tabla 13 podemos observar la cantidad de deformación que nuestra cadena elastomerica sufre pasando el tiempo , esto se realizó para poder asegurarnos de que siendo el gold standard, efectivamente es la ideal por su estabilidad a través del tiempo y menor deformación , llegando a su punto de fatiga y completa deformación hasta la cuarta semana o día 30.

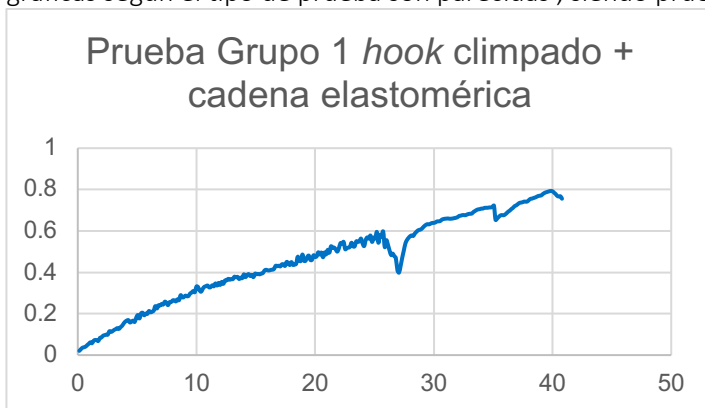
Fecha(2021)	Días de trabajo	Longitud inicial (cm)	Longitud final (cm)	Diferencia final %
20 de enero	1	2.5	2.58	3.100775194
23 de enero	3	2.5	3.16	20.88607595
26 de enero	6	2.5	3.85	35.06493506
30 de enero	10	2.5	3.67	31.88010899
1 de febrero	11	2.5	3.84	34.89583333
2 de febrero	12	2.5	3.82	34.55497382
3 de febrero	13	2.5	3.78	33.86243386
4 de febrero	14	2.5	3.91	36.06138107
5 de febrero	15	2.5	4.03	37.96526055
7 de febrero	17	2.5	4.3	41.86046512
9 de febrero	19	2.5	4.3	41.86046512

10 de febrero	20	2.5	4.21	40.6175772
12 de febrero	22	2.5	4.1	39.02439024
13 de febrero	23	2.5	4.26	41.31455399
15 de febrero	25	2.5	4.32	42.12962963
16 de febrero	26	2.5	4.32	42.12962963
17 de febrero	27	2.5	4.39	43.0523918
18 de febrero	28	2.5	4.42	43.43891403
19 de febrero	29	2.5	4.62	45.88744589
20 de febrero	30	2.5	4.68	46.58119658

Tabla 13.

Deformación de la cadena elastomérica 3M UNITEK a lo largo de 30 días

Las siguientes gráficas son las más representativas de cada prueba según su método de colocación en el arco de acero y su método de cierre, el total de gráficas fue de 300 , ya que se hizo una por cada prueba . Todas las gráficas según el tipo de prueba son parecidas , siendo pruebas homogéneas.

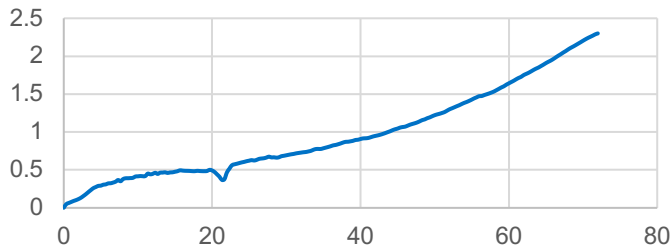


Gráfica 1 . Representación más significativa del grupo 1 con cadena elastomérica. Se aprecia como la fuerza de mantuvo en alza , hasta llegar a un punto de adaptación del material elastomérico , empezando la fatiga y deformación del mismo. (X) desplazamiento , (Y) fuerza en kg.



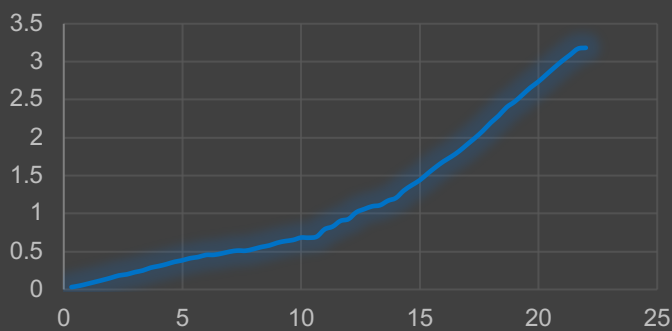
Gráfica 2 . Representación más significativa del grupo 1 con *tie back*. Se aprecia como la fuerza de mantuvo en alza , hasta llegar a un punto de quiebre , empezando la fatiga y deformación del mismo. (X) desplazamiento , (Y) fuerza en kg.

Prueba Grupo 2 *hook* soldado + cadena elastomérica



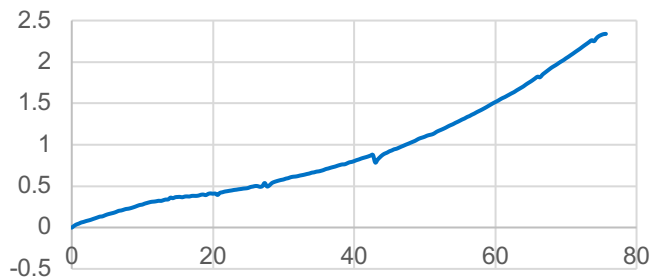
Gráfica 3 . Representación más significativa del grupo 2 con cadena elastomérica. Se aprecia como el material se adaptó y logró ir soportando la fuerza , hasta terminar la prueba o hasta que el material elastomérico llegara a su punto de quiebre .(X) desplazamiento , (Y) fuerza en kg.

Prueba Grupo 2 *hook* soldado + *tie back*



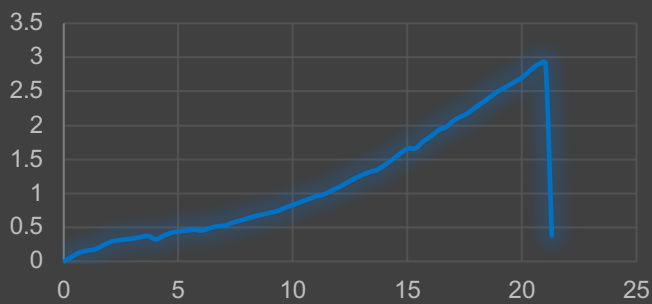
Gráfica 4 . Representación más significativa del grupo 2 con *tie back*. Se aprecia como la fuerza de mantuvo en alza , hasta llegar a un punto de quiebre , empezando la fatiga y deformación del mismo. (X) desplazamiento , (Y) fuerza en kg.

Grupo 3 *hook* con *V stop* + cadena elastomérica



Gráfica 5 . Representación más significativa del grupo 3 con cadena elastomérica. Se aprecia como el material se adaptó y logró ir soportando la fuerza , hasta terminar la prueba o hasta que el material elastomérico llegara a su punto de quiebre .(X) desplazamiento , (Y) fuerza en kg.

Grupo 3 *hook* con *V stop* + *tie back*



Gráfica 6 . Representación más significativa del grupo 3 con *tie back*. Se aprecia como la fuerza de mantuvo en alza , hasta llegar a un punto de quiebre , empezando la fatiga y deformación del mismo. (X) desplazamiento , (Y) fuerza en kg.

IX. DISCUSIÓN

El comportamiento de los *hooks* crimpables no ha sido un tema que a lo largo de la historia de la ortodoncia se haya investigado de manera apropiada, por lo que la información al respecto es limitada. Algunos investigadores que se han interesado en el tema han llegado a conclusiones parecidas aunque ninguna totalmente acertiva ya que hay demasiadas variaciones en sus resultados . En 1991 , hubo interés en que la fuerza aplicada en la pinza para colocar el hook en el arco era importante para su estabilidad , por lo que Evans y Jones¹ , concluyeron el promedio de fuerza del operador al hacer esta actividad , puede ejercer una fuerza de 0.089 a 0.3395 kg en promedio. Los hooks deben de tener una estabilidad confiable para poder llevar acabo los movimientos dentarios de los que dependan, así que la fuerza con la que se adosan los hooks al arco influye , así como la deformación que se pueda generar por esta acción , por lo que autores como Gomes Andrade y Johal Amandeep tomaron en cuenta en su estudio también el tipo de alambre o arco que se utilizaron.⁶ Amandeep y cols. Utilizaron en su investigación tanto arcos 0.019x0.025 de acero inoxidable como 0.018x0.025, los cuales no mostraron diferencias al hacer pruebas de desplazamiento del hook al aplicar la fuerza.^{4,8} Gomes y Andrade en su estudio se dieron cuenta que se podía generar cierta deformación al colocar un hook crimpable sobre el arco y que microscópicamente podían generar microfracturas en el acero en las cuales se adhería más fácilmente la placa dentobacteriana.⁶ Como nuestro estudio , Gomes comparó diferentes hooks (marcas comerciales) para poder determinar cual era el más estable al aplicar fuerza y que este se desplazara, pero en algunos grupos los hooks sufrieron tratamiento previo, como arenado, para poder determinar que el alterar la superficie del material puede hacer que se vuelva mucho más firme. Concluyó que los que mayor fuerza soportaron fueron los de marca American Orthodontics (0.83 kg) y TP Orthodontics (0.79 kg) previamente tratados , aunque su tamaño de muestra, a comparación de la nuestra fue pequeña , contando con 10 hooks de cada marca comparada (9 marcas), teniendo un total de 90 hooks . Todos nuestros antecesores en el tema no tomaron en cuenta el desplazamiento que podría tener el hook ante la aplicación de la fuerza, en cambio en nuestro estudio pudimos observar que los resultados al desplazamiento como tal, fueron de la mano con los de la fuerza, siendo mayor el desplazamiento en hook con V stop y soldado pero también son los mismos que soportaron mayor fuerza antes de su primer punto de desplazamiento, en cambio los hooks climpados con una aplicación de fuerza con cadena o *tieback* asi fuera la minima podían tener mucho menos resistencia que los demás grupos.

Para poder estar seguros que nuestro estudio fuera lo suficientemente fiable también comprobamos la eficacia de nuestra cadena elastomérica cerrada de 3M UNITEK la cual , a lo largo del tiempo y de diferentes estudios , la avalan como el *gold standard* de las cadenas en ortodoncia cosa que quisimos asegurarnos y comprobamos al igual que Yagura y Eliodes en sus estudios , que este tipo de cadena tiene una deformación de un aproximado del 50% y que este depende del estiramiento del material , siendo el estiramiento mas efectivo , únicamente del doble del tamaño original para asegurar que la fuerza sea controlada y no excesiva ya que por sus propiedades elásticas, de fatiga y de deformación bastante variables, puede llegar a ser un material que al no ser usado de manera correcta, puede generar fuerzas no controladas y por lo tanto efectos indeseados en la aplicación sobre los organos dentales. Inclusive Eliades al compararla con cadena de marca de alto rango (Dentaurum) resulto ser mucho mejor opción la cadena elastomérica 3M UNITEK.⁹

Se podría decir que nuestro estudio es pionero en comparar 3 diferentes métodos de colocación de hook para su estabilidad, ya que no existen estudios pasados que comparen el método con el que se coloca el hook, inclusive por la cantidad de muestra utilizada contando con un total de 300 pruebas en maquina universal , en la que nuestro hook con mayor resistencia al desplazamiento llego a ser hasta de una aplicación de 10 kg , mientras que en estudios previos solo se buscó el encontrar la fuerza necesaria para mantener la estabilidad del hook, llegando a una conclusión de un máximo de fuerza de 1.1931 kg con *hooks* de la marca TP según Amandeep y cols en su estudio con una muestra de 60 hooks .⁴

Un punto importante que estudios paralelos a este, fue el tratamiento previo de los hooks , como arenado o bañado con adhesivo, con la finalidad de hacer más resistente la superficie del hook , como Griffind y Ferracane lo hicieron , encontrando que esto ayuda a que sea 10 veces más resistente al desplazamiento.^{1,3}

Con todos los puntos previos , descubiertos por diferentes doctores a lo largo del tiempo , podemos llegar al punto en que nuestro estudio es de gran relevancia en diferentes aspectos de la odontología; empezando por la biomecánica que usamos cada profesional y en la que siempre buscamos las opciones que tengan mejores resultados pero que también puedan ahorrar tiempo en el sillón o tiempo en el laboratorio , en la que nuestro estudio nos lleva a, que hacer arcos para biomecánicas de cierre con hooks podemos hacer uso tanto de hooks soldados o con v stop para asegurarnos de su estabilidad a pesar de la fuerza que apliquemos. Y sobre todo que el utilizar accesorios sobre el arco, así sean hooks o cualquier otro también tiene un efecto importante sobre el arco en el que se adosa y que aunque el fabricante pueda aconsejar que el simple climpado es suficiente para su estabilidad, no es así.

Por lo que el estudio de los materiales en la ortodoncia es de suma importancia y en el caso de nuestro estudio sobre el comportamiento de los *hooks* ante la aplicación de fuerza , hay muy poca información sobre que es mejor , cuanta fuerza puede soportar, el método de aplicación de fuerza, cual es el mejor arco en el cual adosarlo , como adosarlo y también otros métodos para que pueda ser más estable dentro de la cavidad oral.

Nuestro estudio puede comenzar una línea completa de investigación ante los diferentes materiales que utilizamos en nuestra vocación ; la ortodoncia.

X. CONCLUSIONES

En el presente estudio podemos llegar a diferentes conclusiones tanto del método utilizado para colocar el *hook* como de la fuerza que se aplica según la biomecánica utilizada en la ortodoncia (cadena elastomérica o *tie back*).

- La cadena elastomérica como muchos otros estudios demostró ser el *gold standard* actual por su excelente estabilidad ante el estiramiento y su menor deformación a través del tiempo, llegando a su deformación total y fatiga hasta la 4ta semana de estiramiento.
- El *tie back* se mostró como una excelente opción para técnicas de deslizamiento por su estabilidad en cuanto al material y menor deformación tanto del *tie back* como del arco y hook que recibieron la fuerza, mostrando resultados mucho más estables y parecidos entre ellos.
- La comparación entre los métodos de colocación del hook son significativamente diferentes entre si ;
 - El grupo de *hooks* colocados por medio de crimpado no es suficiente para que estos sean estables ejerciendo una fuerza sobre ellos , tanto con cadena como con *tie back*. (.41-1.18 kg)
 - Tanto el grupo de hooks soldados como el de *hooks* con V stop , mostraron mayor resistencia al desplazamiento a pesar de la aplicación de fuerzas pesadas sobre ellos.(2.1 – 3.65 kg)
 - El uso de *Tie backs* para ejercer la fuerza sobre hooks soldados fueron los que mostraron mayor resistencia al desplazamiento
 - El uso de cadenas en la mitad de nuestra muestra mostró mayor variabilidad en nuestros resultados al ser un fuerza no controlada y depender de otros aspectos como la colocación sobre el *hook* o sobre el gancho de la máquina , de si se corto de manera adecuada e inclusive la manipulación del material y no solo de las características del mismo . Uno de los principales aspectos es el como se corto el eslabón que se colocaba en el gancho de la máquina universal , alterando su forma original y haciéndolo débil.
 - Al llegar a fuerzas pesadas de resistencia al desplazamiento con un *hook* estable , este podía llegar a deformarse o deformar directamente el arco de acero inoxidable
 - Se debe utilizar un método de colocación además del crimpado para poder asegurar la estabilidad de nuestros hooks en la práctica diaria
 - La estabilidad del *hook* dependerá tanto de su método de colocación sobre el alambre de acero , como el método de aplicación de fuerza.

XI.FUTURAS EXPECTATIVAS

Nuestro trabajo puede servir como una línea de investigación que pueda dividirse en diferentes temas que pudieron faltar en este trabajo y que complementarían la información . En el futuro puede agregarse variables sobre el comportamiento del arco y su deformación así como la importancia de usar acero u otro tipo de materiales en nuestro arco . Puede hacerse la comparación entre los hooks crimpables actuales y los *hooks* soldados utilizados anteriormente , así como la comparación de diferentes marcas comerciales de cadenas elastoméricas o módulos e inclusive diferentes tipos o calibres de ligadura metálica. Otro componente importante es la fuerza del operador al crimpar el hook , cosa que no esta estandarizada y no sabemos si las diferentes tipos de pinzas para crimpar un *hook* ejercen la misma presión para colocarlo sobre el arco sin deformar el mismo.

El comportamiento de los hooks y su importancia en la ortodoncia como accesorio indispensable para ejercer diferentes biomecánicas de deslizamiento , no ha sido un tema de relevancia en la investigación por lo que al ser un instrumento de carácter prácticamente diario en nuestra consulta como ortodoncistas, deberíamos de empezar una nueva línea de investigación de algo tan practico y común en nuestra vocación.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Shawn P. O'bannon, "Comparison of torsional stability of 2 types of split crimpable surgical hooks with soldered brass surgical hooks", American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, EUA, 2006.
- 2) Uribe, G. , "Metales y alambres en ortodoncia", Asociación Mexicana de Ortodoncia, México, 2000.
- 3) Krishnan V., "Weld characteristics of Orthodontic archwire materials", Angle Education Research Foundation, India, 2004.
- 4) Amandeep J., "Properties of climpable archwire hooks: a laboratory investigation", European Journal of Orthodontics, 1999, 679-683.
- 5) Oshagh M., "The effect of different environmental factors on force degradation of three common systems of orthodontic space closure", Dental Research Journal, Iran, 2013.
- 6) Gomes N., "Evaluation in vitro of the tensile strength of climpable hooks used for stabilization in orthognatic surgery", Elsevier, 2012, 308-312.
- 7) Hong M., "The improvement and completion of outcome index: a new assessment system for quality of orthodontic treatment", Korean Journal of orthodontics, 2016.
- 8) Amandeep J., "A clinical investigation into the behaviour of crimpable archwire hooks", Journal of Orthodontics , United Kingdom , 2001, 203-205.
- 9) Eliades T., "Tensiole properties of orthodontic elastomeric chains", European Journal of Orthodontics, 2004, 157-162.
- 10) Saares A., "An in vitro comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs", AJODO, 2006.

- 11) Kardach H., "The mechanical strength of orthodontic elastomeric memory chains and plastic chains: An in vitro study", *Advances in clinical and experimental medicina*, 2017, 373-378.
- 12) Yagura D., "Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching", *Dental Journal of orthodontics*, 2013, 136-178.
- 13) Solis A., "Estudio in vitro de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos", *Venezuela*, 2014.
- 14) Morteza O., "The effect of different environmental factors on force degradation of three common systems of orthodontic space closure", *Dental Research Journal, Isfahan*, 2015.
- 15) Mclaughlin R., Bennet J., Trevisi H., "Mecánica sistematizada del tratamiento ortodóntico", Elsevier, 2002, 249 – 279.
- 16) Proffit W., "Ortodoncia contemporánea", Elsevier, Quinta Edición, 2019, 570-582.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

SAN LUIS POTOSI, S.L.P , 13 DE MARZO 2021

M.E XIMENA PÉREZ ZÁRATE
ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA DENTOMAXILOFACIAL
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP
PRESENTE

Estimada M.E. Pérez Zárate .

Por este conducto me dirijo a usted en referencia su trabajo de investigación titulado “ANÁLISIS DE LA FUERZA DE DESPRENDIMIENTO DEL HOOK CRIMPABLE CON MÉTODOS DE COLOCACIÓN EN ARCO DE ACERO Y MÉTODOS DE CIERRE DE ESPACIOS : ESTUDIO IN VITRO” asignado con la clave **CEI-FE-005-021**.

Dicho trabajo fue evaluado en los aspectos ético – legal y bioseguridad por los miembros del H. Comité de Ética de investigación : Dra. Yolanda Hernández Molinar, Dra. Norma Verónica Zavala Alonso , Dra. Claudia Edith Dávila Pérez , Dra. Rita Elizabeth Martínez Martínez , Dr. José Arturo Garrocho Rangel , Dr. Oscar Sánchez Armass Capello, Dr. Víctor Mario Fierro Serna y M.C. Ana María González Amaro . De dicha evaluación y de forma colegiada el comité ha dictaminado que su protocolo de investigación es **APROBADO POR UNANIMIDAD** pudiendo llevarlo a cabo en los tiempos que usted considere necesarios para la ejecución del mismo.

El Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Estomatología se rige con la clave **CONBIOÉTICA – 24 - CEI-FE-005-021** de acuerdo con las directrices nacionales para la investigación y funcionamiento de los Comités de Ética e Investigación emitidas por la Comisión Nacional de Bioética (CONBIOÉTICA) **CON VIGENCIA DEL 13 de febrero de 2022.**

Le solicitamos nos haga llegar los informes correspondientes del avance de su proyecto de investigación así como un informe final para nuestro archivo, recordándole además que este proyecto podrá ser monitoreado por este Comité.

M.C ANA MARIA GONZÁLEZ AMARO
PRESIDENTA DEL H. COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA, UASLP